



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets<sup>4</sup> :

C23C 16/00, C04B 41/87

A1

(11) Numéro de publication internationale: WO 87/ 04733

(43) Date de publication internationale: 13 août 1987 (13.08.87)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR87/00036

(22) Date de dépôt international: 9 février 1987 (09.02.87)

(31) Numéro de la demande prioritaire: 86/01790

(32) Date de priorité: 10 février 1986 (10.02.86)

(33) Pays de priorité: FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): SOCIÉTÉ EUROPÉENNE DE PROPULSION [FR/FR]; 24, rue Salomon de Rothschild, F-92150 Suresnes (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (US seulement): CHRISTIN, François [FR/FR]; Chemin de la Tuilerie, F-33160 Saint Aubin de Médoc (FR).

(74) Mandataire: JOLY, Jean-Jacques; Cabinet Beau de Lomenie, 55, rue d'Amsterdam, F-75008 Paris (FR).

(81) Etats désignés: AT (brevet européen), BE (brevet européen), CH (brevet européen), DE (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), IT (brevet européen), JP, LU (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), US.

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: PLANT FOR THE CHEMICAL INFILTRATION IN VAPOR PHASE OF A REFRACTORY MATERIAL OTHER THAN CARBON

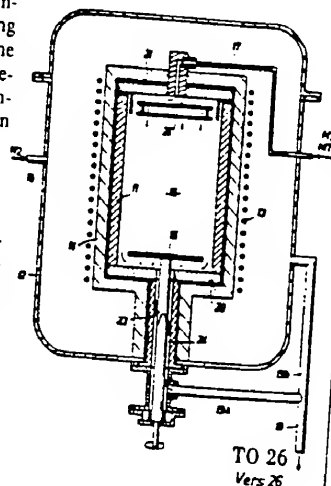
(54) Titre: INSTALLATION POUR L'INFILTRATION CHIMIQUE EN PHASE VAPEUR D'UN MATERIAU REFRACTAIRE AUTRE QUE LE CARBONE

(57) Abstract

A graphite armature (11) forms a sealed structure housed together with an inductor (13) inside the housing (12), and defines a reaction chamber connected outside the housing to reactive gas supply means. The housing (12) is supplied with inert gas to permanently maintain an inert gas circulation in the space surrounding the armature inside the housing, and the discharge of reaction products out of the reaction chamber (15) and inert gas out of the housing is effected by means of respective discharge lines (19a, 19b) which meet outside the housing so that substantially equal pressures are maintained in the housing inside and outside the reaction chamber (15).

(57) Abrégé

Un induit (11) en graphite constitue une structure étanche logée avec un inducteur (13) à l'intérieur de l'enceinte (12), et délimite une chambre de réaction raccordée à l'extérieur de l'enceinte à des moyens d'alimentation en gaz réactifs; l'enceinte (12) est alimentée en gaz inerte pour maintenir en permanence une circulation de gaz inerte dans l'espace entourant l'induit à l'intérieur de l'enceinte, et l'évacuation de produits de réaction hors de la chambre de réaction (15) et du gaz inerte hors de l'enceinte est réalisée au moyen de canalisations d'évacuation respectives (19a, 19b) qui se rejoignent à l'extérieur de l'enceinte, de sorte que des pressions sensiblement égales sont maintenues dans l'enceinte à l'intérieur et à l'extérieur de la chambre de réaction (15).



# *UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION*

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	ML	Mali
AU	Australie	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BE	Belgique	HU	Hongrie	NL	Pays-Bas
BG	Bulgarie	IT	Italie	NO	Norvège
BJ	Bénin	JP	Japon	RO	Roumanie
BR	Brésil	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CF	République Centrafricaine	KR	République de Corée	SE	Suède
CG	Congo	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CH	Suisse	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LU	Luxembourg	TD	Tchad
DE	Allemagne, République fédérale d'	MC	Monaco	TG	Togo
DK	Danemark	MG	Madagascar	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande				

# INSTALLATION POUR L'INFILTRATION CHIMIQUE EN PHASE VAPEUR D'UN MATERIAU REFRACTAIRE AUTRE QUE LE CARBONE

La présente invention concerne une installation pour la densification de pièces poreuses par infiltration chimique en phase vapeur d'un matériau réfractaire autre que le carbone.

Le domaine d'application de l'invention est donc la fabrication de pièces composites à matrice réfractaire en un matériau différent du carbone, notamment en carbure de silicium ou en alumine.

On connaît déjà des installations industrielles destinées à la densification de pièces poreuses carbonées par dépôt chimique en phase vapeur de carbone pour réaliser des pièces composites en carbone/carbone.

Mais ces installations s'avèrent inadaptées à l'infiltration de matériaux tels que le carbure de silicium ou l'alumine. Une raison tient à ce que l'infiltration de tels matériaux demande l'utilisation de gaz réactifs ou implique la production de produits de réaction tel l'acide chlorhydrique qui constituent des espèces chimiques délicates à manipuler. Une autre raison réside dans la difficulté de réaliser des infiltrations uniformes et exemptes de dépôts parasites.

C'est pourquoi la présente invention a pour but de fournir une installation permettant la densification de pièces poreuses par un matériau réfractaire, tel que le carbure de silicium ou l'alumine, dans des conditions de sécurité et avec la fiabilité qui sont requises au stade industriel.

Ce but est atteint grâce à une installation du type comprenant un induit en graphite délimitant une chambre de réaction, un inducteur entourant l'induit pour chauffer la chambre de réaction par induction, une enceinte étanche contenant l'induit et l'inducteur, des moyens d'alimentation de la chambre de réaction en gaz réactifs, des moyens d'alimentation de l'enceinte en gaz inerte et des moyens d'extraction de gaz hors de la chambre de réaction et de l'enceinte, installation dans laquelle, conformément à l'invention, l'induit constitue une structure

05 étanche à l'intérieur de l'enceinte et est raccordé à l'extérieur  
de l'enceinte aux moyens d'alimentation en gaz réactifs,  
l'enceinte est alimentée en gaz inerte pour maintenir en  
permanence une circulation de gaz inerte dans l'espace entourant  
l'induit à l'intérieur de l'enceinte, et l'évacuation de gaz hors  
de la chambre de réaction et du gaz inerte hors de l'enceinte est  
réalisée au moyen de canalisations d'évacuation respectives qui se  
rejoignent à l'extérieur de l'enceinte, de sorte que des pressions  
sensiblement égales sont maintenues dans l'enceinte à l'intérieur  
10 et à l'extérieur de la chambre de réaction.

La structure étanche de l'induit empêche les gaz réactifs  
et les produits de réaction de venir au contact de pièces du four  
d'infiltration à l'extérieur de l'induit, notamment l'inducteur  
métallique, pièces à l'égard desquelles ces gaz présenteraient une  
15 agressivité particulière. Le balayage de l'enceinte à l'extérieur  
de l'induit par un gaz neutre assure une protection en formant un  
tampon autour de la chambre de réaction. De plus, le maintien à  
des valeurs égales des pressions dans l'enceinte à l'intérieur et  
à l'extérieur de l'enduit évite une fuite de gaz neutre dans la  
20 chambre de réaction, ce qui perturberait le processus  
d'infiltration, ou une fuite de gaz réactifs ou de produits de  
réaction agressifs ou dangereux dans l'enceinte à l'extérieur de  
la chambre de réaction.

De préférence, les moyens d'extraction de gaz comportent  
25 un dispositif de pompage à anneau liquide, comme une pompe à  
anneau d'eau, auquel sont raccordées les canalisations  
d'évacuation. Avec un tel dispositif de pompage, l'extraction de  
produits corrosifs, tel l'acide chlorhydrique, est rendue possible  
sans les systèmes de protection coûteux qui seraient nécessaires  
30 avec d'autres dispositifs de pompage, comme les pompes à palettes.

D'autres particularités et avantages de l'installation  
conforme à l'invention ressortiront à la lecture de la description  
faite ci-après à titre indicatif mais non limitatif en référence  
aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue très schématique d'une installation connue pour l'infiltration chimique en phase vapeur de carbone ;
- la figure 2 est une vue schématique d'un mode de réalisation d'une installation selon l'invention pour l'infiltration en phase vapeur de carbure de silicium ; et
- la figure 3 est une vue partielle montrant de façon plus détaillée le dispositif d'extraction de l'installation de la figure 2.

10 Sur la figure 1 est représenté très schématiquement un four de l'art antérieur pour l'infiltration en phase vapeur de carbone. Un induit en graphite 1 est logé à l'intérieur d'une enceinte métallique étanche 2. Un inducteur métallique 3 disposé également à l'intérieur de l'enceinte 2 entoure l'induit 1 avec  
15 interposition d'un isolant thermique 4. L'induit 1 délimite une chambre de réaction 5 dans laquelle des pièces poreuses à densifier sont disposées sur un support 6. La chambre 5 est alimentée en gaz réactifs par une canalisation 7 qui s'ouvre au fond de la chambre et l'enceinte 2 est alimentée en gaz neutre  
20 (azote) par une canalisation 8. Les produits de réaction et les gaz réactifs non utilisés sont évacués hors de la chambre de réaction 5 par des ouvertures formées au sommet de celle-ci puis sont évacuées hors de l'enceinte, avec le gaz neutre, par une canalisation d'évacuation 9 qui s'ouvre dans l'enceinte 2 à  
25 l'opposé de la canalisation 8.

Le dépôt chimique en phase vapeur du carbone au sein de la porosité des pièces à densifier est obtenu par craquage d'alcanes, notamment du méthane ou des mélanges de méthane et d'alcanes plus lourds. Dans des conditions de température et de  
30 pression adaptées, ces gaz réactifs donnent naissance à du carbone et à de l'hydrogène. L'extraction de l'hydrogène, des alcanes non décomposés et de l'azote est réalisée par pompage afin de maintenir la pression voulue dans la chambre de réaction, la manipulation de ces gaz ne posant pas de problème particulier au  
35 stade industriel.

Par contre, l'infiltration chimique en phase vapeur de matériaux réfractaires autres que le carbone soulève des difficultés.

05 Ainsi, l'infiltration de carbure de silicium est réalisée par décomposition d'un produit chimique plus complexe que les  
alcanes, à savoir, par exemple le méthyltrichlorosilane  $\text{CH}_3\text{SiCl}_3$   
(ci-après MTS) qui donne naissance en présence d'hydrogène  $\text{H}_2$   
servant de catalyseur et dans des conditions de température et de  
pression adaptées, à du carbure de silicium  $\text{SiC}$  et de l'acide  
10 chlorhydrique  $\text{HCl}$ . Le MTS, qui est liquide dans les conditions normales de température et de pression, est d'une manipulation délicate en raison de son agressivité : il en est de même bien évidemment de l'acide chlorhydrique. L'infiltration de carbure de  
silicium pose encore d'autres problèmes particuliers tels qu'une  
15 mauvaise uniformité du dépôt et l'existence de dépôts parasites de silicium et de carbone.

Ces problèmes se rencontrent également dans le cas d'infiltration d'autres matériaux différents du carbone, comme par exemple l'alumine. D'une façon générale, en ce qui concerne les  
20 conditions opératoires à respecter pour l'infiltration chimique en phase vapeur de matériaux réfractaires autres que le carbone, on pourra se référer au brevet français No. 2 401 888.

Les problèmes précités peuvent être résolus en utilisant une installation d'infiltration conforme à l'invention dont un mode  
25 de réalisation est illustré par la figure 2.

Cette installation comprend de façon classique un induit en graphite 11 logé à l'intérieur d'une enceinte métallique étanche 12 et délimitant une chambre de réaction 15. A l'intérieur de l'enceinte 12, l'induit 11 est entouré d'un inducteur métallique 13  
30 avec interposition d'un isolant thermique 14.

Conformément à une caractéristique de l'invention, l'induit 11 constitue une structure étanche. Il est sous forme d'un cylindre d'axe vertical fermé à sa partie inférieure par un fond 20  
solidaire de la paroi latérale et à sa partie supérieure par un  
35 couvercle amovible 21 qui s'appuie sur le rebord supérieur de la

paroi latérale de l'induit.

A l'intérieur de la chambre 15, les pièces à densifier sont placées sur un plateau 16 pouvant tourner autour d'un axe vertical confondu avec celui de l'induit 11 et de l'inducteur 13. La rotation du plateau 16 est commandée au moyen d'un moteur (non représenté) couplé à un arbre 23 traversant la paroi inférieure de l'enceinte 12 et le fond 20 de l'induit et fixé au plateau 16 à la face inférieure de celui-ci.

L'alimentation de la chambre 15 en gaz réactifs, par exemple du MTS et de l'hydrogène  $H_2$  servant de catalyseur pour le dépôt de carbure de silicium par décomposition du MTS, est réalisée par une canalisation 17 qui traverse la paroi de l'enceinte 12 et aboutit à la partie supérieure de la chambre, à travers le couvercle 21. L'extraction des gaz hors de la chambre 15 est réalisée au moyen d'une ou plusieurs canalisations 19a qui s'ouvrent à la partie inférieure de la chambre 15 et traversent le fond de l'induit 20 et la paroi inférieure de l'enceinte. Dans l'exemple illustré, les gaz sont évacués de la chambre 15 par un passage 24 à section annulaire entourant l'arbre 23 et raccordé à une canalisation 19a à l'extérieur de l'enceinte 12.

Les gaz réactifs entrant dans la chambre 15 parviennent tout d'abord au contact de plateaux de préchauffage 25. Ceux-ci se présentent par exemple sous forme de plaques perforées superposées. Les plateaux de préchauffage étant situés à l'intérieur de la chambre de réaction, ils sont en permanence à la température régnant dans celle-ci, température déterminée de manière à permettre une infiltration optimale. Les gaz réactifs passant à travers les plateaux de préchauffage 25 sont donc portés par ceux-ci à la température voulue avant de venir au contact des pièces à densifier. Les plateaux de préchauffage 25 ont également pour fonction de piéger les dépôts parasites, l'expérience ayant montré que ceux-ci ont tendance à se former sur les premières surfaces rencontrées par les gaz réactifs lorsqu'ils ont atteint la température de décomposition. En raison de leur emplacement à la partie supérieure de la chambre de réaction, les plateaux de

préchauffage 25 sont facilement accessibles après enlèvement du couvercle 21 pour permettre leur nettoyage périodique. Bien que l'on ait ci-avant envisagé l'utilisation de plaques perforées, le dispositif de préchauffage pourra bien entendu prendre toute autre forme apte à assurer un préchauffage des gaz réactifs et un piégeage des dépôts parasites par contact avec les gaz réactifs dès leur entrée dans la chambre de réaction.

Le volume situé autour de l'induit 11 à l'intérieur de l'enceinte 12 est balayé en permanence par un gaz neutre, tel que de l'azote  $N_2$ , amené par une canalisation 18 et extrait par une canalisation 19b. On forme ainsi un tampon de gaz neutre autour de la chambre de réaction. Lorsque des gaz présentant certains dangers sont introduits dans la chambre de réaction, comme par exemple l'hydrogène  $H_2$  en raison de son caractère explosif, le tampon de gaz neutre assure une protection contre les fuites éventuelles hors de la chambre de réaction.

A l'extérieur de l'enceinte, les canalisations 19a et 19b se rejoignent pour former une canalisation d'évacuation unique 19 qui est raccordée à un dispositif de pompage 26. Ce dernier permet de maintenir dans la chambre de réaction 15 la pression à la faible valeur nécessaire à l'infiltration. Les pressions régnant dans l'enceinte 12 à l'intérieur et à l'extérieur de l'induit 11 sont maintenues à des valeurs égales du fait de la liaison entre les canalisations 19a et 19b. On évite ainsi l'établissement d'une pression différentielle qui pourrait favoriser une fuite de gaz neutre à l'intérieur de la chambre de réaction ou une fuite de gaz réactifs à l'extérieur de celle-ci.

Le dispositif de pompage 26 est du type à anneau liquide. La présence d'espèces chimiques difficiles à manipuler comme le MTS non décomposé et l'acide chlorhydrique parmi les gaz extraits du four d'infiltration n'autorise pas l'utilisation de pompes à palettes sans précautions particulières telle que l'utilisation de pièges à azote liquide pour transformer le MTS et l'acide chlorhydrique en solides. Mais une telle solution présenterait sur le plan industriel divers inconvénients : nettoyages fréquents des



pièges à azote liquide, surveillance du niveau d'azote liquide, corrosion de la pompe, prix de revient élevé. Ces inconvénients sont évités grâce à l'emploi d'un dispositif de pompage à anneau liquide.

05 Les pompes à anneaux liquides sont connues en elles-mêmes. Elles consistent à mettre en mouvement un liquide qui, par cavitation, crée une dépression. De préférence, le dispositif de pompage 26 est à anneau d'eau et comprend une ou plusieurs  
10 pompes en série. La ou les pompes peuvent fonctionner dans une configuration à eau perdue (circuit d'eau ouvert) ou à eau recyclée (circuit d'eau fermé).

Dans ce dernier cas, lorsque de l'acide chlorhydrique est présent dans les gaz pompés, il convient de surveiller l'acidité de l'eau de service. Ceci peut être réalisé en injectant une base,  
15 par exemple de la soude pour neutraliser en continu l'acide chlorhydrique présent dans le circuit d'eau.

La figure 3 montre un dispositif de pompage à anneau d'eau avec une configuration à eau recyclée. La pompe à anneau d'eau 26 reçoit, d'une part, les gaz extraits du four d'infiltration (MTS, acide chlorhydrique, hydrogène et azote) et,  
20 d'autre part, l'eau de service aspirée d'un bac de recyclage 27. L'eau et les gaz en sortie de la pompe 26 sont amenés à un bac de décantation 28. Les gaz restants (essentiellement l'hydrogène et l'azote) sont évacués du bac 28 par une conduite 34 tandis que  
25 l'eau est ramenée du bac de décantation au bac de recyclage 27. Pour éviter un échauffement progressif de l'eau de service par le contact avec les gaz provenant du four d'infiltration, et par l'énergie dissipée par la pompe, un serpentin de refroidissement 29 est disposé dans le bac et est parcouru par un  
30 fluide de refroidissement qui circule en circuit fermé entre le serpentin 29 et un groupe frigorifique 30.

Le contrôle de l'acidité de l'eau est réalisé au moyen d'une sonde 31 de mesure de pH qui fournit un signal représentatif du pH de l'eau à l'intérieur du bac de recyclage. Un circuit de  
35 régulation (non représenté) reçoit le signal de la sonde 31 pour

commander l'injection de soude dans le bac 27 au moyen d'une pompe 32 lorsque le pH descend en-dessous d'un seuil déterminé.

On notera par ailleurs que le MTS non décomposé présent dans les gaz extraits conduit, par réaction avec l'eau, à la formation de silice. Le dépôt de celle-ci dans les canalisations, avec un risque d'obstruction à plus ou moins long terme, est évité grâce au balayage des canalisations par de l'azote  $N_2$  amené dans la canalisation 19 immédiatement en amont de la pompe 26.

Le fonctionnement de l'installation décrite ci-avant découle à l'évidence de ce qui précède. Les gaz réactifs préchauffés à la température voulue grâce aux plateaux de préchauffage 25 viennent au contact des pièces à densifier disposées sur le plateau tournant 16 pour former le dépôt voulu au sein de la porosité de ces pièces. L'écoulement des gaz réactifs n'étant pas uniforme dans toute la section de la chambre de réaction, la rotation du plateau 16 permet malgré tout l'obtention de dépôts uniformes au sein des pièces à densifier.

Comme déjà indiqué, l'installation selon l'invention trouve une application particulièrement intéressante pour la réalisation industrielle de pièces composites à matrice en carbure de silicium. Mais l'installation selon l'invention est également utilisable pour la réalisation de pièces composites à matrice en un matériau différent du carbone autre que le carbure de silicium, par exemple en alumine, l'infiltration chimique en phase vapeur de l'alumine étant réalisée par réaction de chlorure d'aluminium avec du dioxyde de carbone et de l'hydrogène donnant notamment de l'alumine et de l'acide chlorhydrique dans des conditions particulières de température et de pression.

30

35

## REVENDICATIONS

1. Installation pour la densification de pièces poreuses par infiltration chimique en phase vapeur d'un matériau réfractaire autre que le carbone, installation comportant un induit en graphite (11) délimitant une chambre de réaction (15), un inducteur (13) entourant l'induit pour chauffer la chambre de réaction par induction, une enceinte étanche (12) contenant l'induit et l'inducteur, des moyens d'alimentation de la chambre de réaction en gaz réactifs, des moyens d'alimentation de l'enceinte en gaz inerte et des moyens (19a, 19b, 19, 26) d'extraction de gaz hors de la chambre de réaction et de l'enceinte, caractérisée en ce que l'induit (11) constitue une structure étanche à l'intérieur de l'enceinte (12) et est raccordé à l'extérieur de l'enceinte aux moyens d'alimentation en gaz réactifs, l'enceinte (12) est alimentée en gaz inerte pour maintenir en permanence une circulation de gaz inerte dans l'espace entourant l'induit à l'intérieur de l'enceinte, et l'évacuation de produits de réaction hors de la chambre de réaction (15) et du gaz inerte hors de l'enceinte est réalisée au moyen de canalisations d'évacuation respectives (19a, 19b) qui se rejoignent à l'extérieur de l'enceinte, de sorte que des pressions sensiblement égales sont maintenues dans l'enceinte à l'intérieur et à l'extérieur de la chambre de réaction (15).
2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens d'extraction de gaz comportent un dispositif (26) de pompage à anneau liquide.
3. Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce que le dispositif de pompage comprend au moins une pompe à anneau d'eau, un circuit fermé dans lequel circule l'eau de service de la pompe et des moyens de contrôle de l'acidité de l'eau.
4. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif de préchauffage (25) disposé à l'intérieur de la chambre de réaction

(15) pour préchauffer les gaz réactifs sur leur trajet entre l'entrée dans la chambre de réaction (15) et les pièces à densifier.

05 5. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que l'induit (11) a une forme cylindrique d'axe vertical et est muni à sa partie supérieure d'un couvercle amovible (21).

10 6. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que les moyens d'alimentation en gaz réactifs de la chambre de réaction s'ouvrent dans la partie supérieure de celle-ci tandis que l'évacuation des gaz hors de la chambre de réaction est réalisée à la partie inférieure de celle-ci, l'écoulement des gaz dans la chambre de réaction étant réalisé du haut vers le bas.

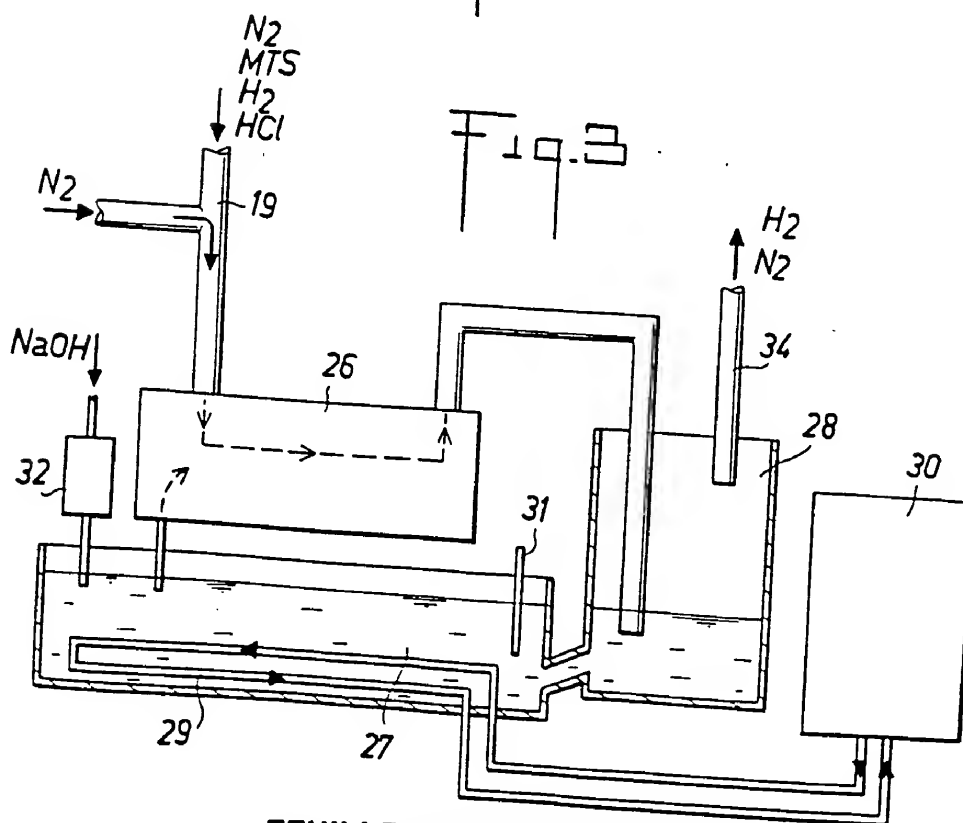
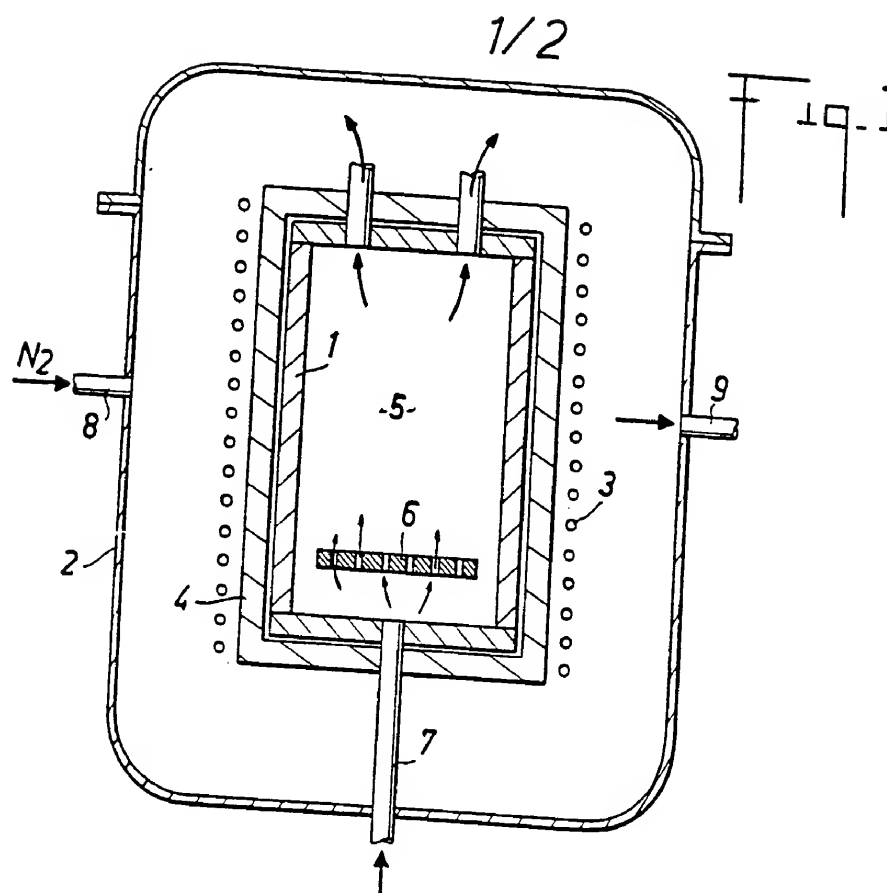
15

20

25

30

35



FEUILLE DE REMPLACEMENT

2/2

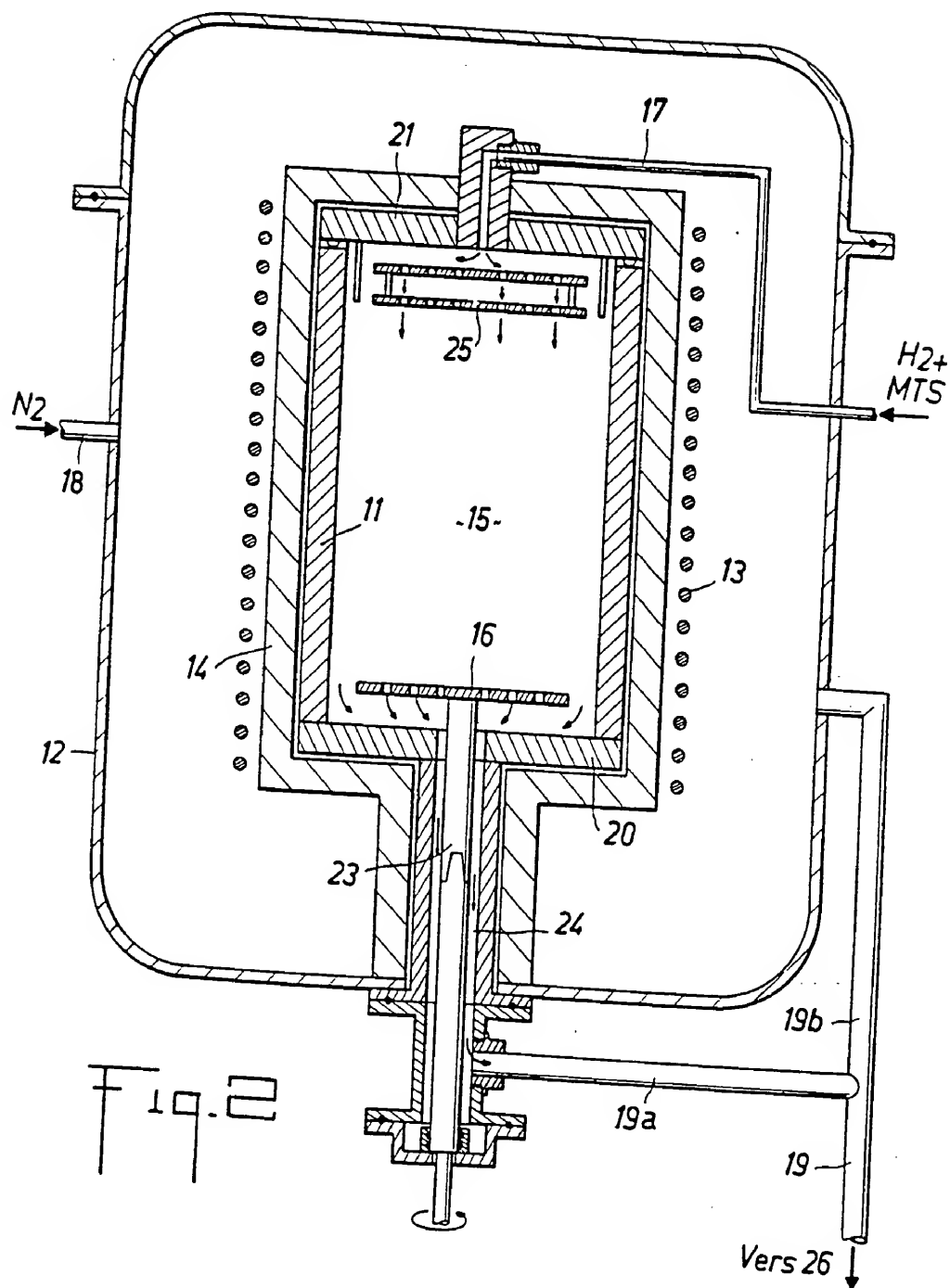


Fig. 2

FEUILLE DE REMPLACEMENT

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR87/00036

**I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER** (If several classification symbols apply, indicate all) \*  
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl<sup>4</sup>: C 23 C 16/00; C 04 B 41/87

## II. FIELDS SEARCHED

Classification System

Minimum Documentation Searched \*

Classification Symbols

Int.Cl<sup>4</sup>

C 04 B 41/00; C 23 C 16/00; C 04 B 35/00;  
B 01 J 15/00

Documentation Searched other than Minimum Documentation  
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched \*

## III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT \*

Category *	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>
------------	--	-------------------------------------

A	Ceramic Engineering and Science Proceedings, Vol.6, No.7/8, July-August 1985, (Columbus Ohio,US) A.J.Caputo et al.: "Development of a new, faster process for the fabrica- tion of ceramic fiber-reinforced ceramic composites by chemical vapor infiltration" pages 694-706, see figure 1 --	
A	FR,A,2401888 (SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION) 30 March 1979; cited in the application --	
A	FR,A,2207883 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP.) 21 June 1974 -----	

\* Special categories of cited documents: <sup>14</sup>

"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international  
filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or  
which is cited to establish the publication date of another  
citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or  
other means

"P" document published prior to the international filing date but  
later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date  
or priority date and not in conflict with the application but  
cited to understand the principle or theory underlying the  
invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention  
cannot be considered novel or cannot be considered to  
involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention  
cannot be considered to involve an inventive step when the  
document is combined with one or more other such docu-  
ments, such combination being obvious to a person skilled  
in the art.

"Z" document member of the same patent family

## IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search

22 April 1987 (21.06.87)

Date of Mailing of this International Search Report

22 May 1987 (22.05.87)

International Searching Authority

European Patent Office

Signature of Authorized Officer

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/FR 87/00036 (SA 16088)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 08/05/87

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A- 2401888	30/03/79	None	
FR-A- 2207883	21/06/74	DE-A- 2357814	30/05/74
		BE-A- 807699	24/05/74
		US-A- 3925577	09/12/75
		GB-A- 1452773	13/10/76
		CA-A- 1013213	05/07/77
		JP-A- 49083706	12/08/74
		SE-B- 394421	27/06/77

For more details about this annex :  
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 87/00036

<b>I. CLASSEMENT DE L'INVENTION</b> (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ? Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB CIB <sup>4</sup> : C 23 C 16/00; C 04 B 41/87		
<b>II. D. MAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée *		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB <sup>4</sup>	C 04 B 41/00; C 23 C 16/00; C 04 B 35/00; B 01 J 15/00	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté *		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS</b> <sup>10</sup>		
Catégorie *	Identification des documents cités, <sup>11</sup> avec indication, si nécessaire, des passages pertinents <sup>12</sup>	N° des revendications visées <sup>13</sup>
A	Ceramic Engineering and Science Proceedings, volume 6, no. 7/8, juillet-août 1985, (Columbus, Ohio, US), A.J. Caputo et al.: "Development of a new, faster process for the fabrication of ceramic fiber-reinforced ceramic composites by chemical vapor infiltration", pages 694-706 voir figure 1	
A	FR, A, 2401888 (SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION) 30 mars 1979 cité dans la demande	
A	FR, A, 2207883 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP.) 21 juin 1974  -----	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités: <sup>11</sup></p> <p>« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>« E » document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>« L » document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>« O » document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>« P » document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>« T » document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant le base de l'invention</p> <p>« X » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>« Y » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>« &amp; » document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
22 avril 1987	22 MAY 1987	
Administration chargée de la recherche internationale OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	Signature du fonctionnaire autorisé M. VAN MOL	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE RELATIF  
-----

A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO. PCT/FR 87/00036 (SA 16088)  
-----

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche international visé ci-dessus. Lesdits membres sont ceux contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 08/05/87

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets	Date de publication
FR-A- 2401888	30/03/79	Aucun	
FR-A- 2207883	21/06/74	DE-A- 2357814	30/05/74
		BE-A- 807699	24/05/74
		US-A- 3925577	09/12/75
		GB-A- 1452773	13/10/76
		CA-A- 1013213	05/07/77
		JP-A- 49083706	12/08/74
		SE-B- 394421	27/06/77

-----  
Pour tout renseignement concernant cette annexe :  
voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No. 12/82